

Ossi Piirainen

VAPAA-AJANLAITTEEN TURVALLISUUSSELVITYS

VAPAA-AJANLAITTEEN TURVALLISUUSSELVITYS

Ossi Piirainen
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikka, koneautomaatio

Tekijä: Ossi Piirainen

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Vapaa-ajanlaitteen turvallisuusselvitys

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Leisure equipment safety clarification

Työn ohjaaja: Heikki Takalo-Kippola

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2020

Sivumäärä: 35 + 0 liitettä

Tämä julkaistu opinnäytetyö on karsittu versio varsinaisesta opinnäytetyöstä, jossa luottamukselliset liitteet, laitteen toimintaperiaate, rakenne ja tuotteen mitat ovat salattuja toimeksiantajan pyynnöstä.

Eräässä yrityksessä syntyi tuoteidea ulkona käytettävän vapaa-ajanlaitteen tuotteistamisesta ja kaupallistamisesta. Tarkoituksena on keventää laitteen käyttöä ulkoisen energian avulla, jotta laite olisi käytettävissä myös lasten voimilla. Työn tavoitteena oli tehdä vapaa-ajanlaitteen turvallisuusselvitys ja koota tulokset vaatimuslistaan ja opinnäytetyöhön.

Vapaa-ajanlaite mallinnettiin työtä varten SolidWorks-ohjelmistolla ja ohjausjärjestelmän toimintaa simuloitiin käyttäen Phoenix Contact PLC Logic+-ohjelmaa. Selvityksessä käytiin läpi tuotteen raja-arvojen kuten vaatimuslistan, rakenteellisten mittojen, kitkakertoimien, kiihtyvyyden, tehonkulutuksen ja tehon tarpeen, avusteisuuden määrän, käyttöjännitteen, turva- ja käyttöalueen, ohjausjärjestelmän toiminnan sekä käyttönopeuksien määrittäminen, jotta riskianalyysi voitiin tehdä.

Työn tuloksena selvitettiin vapaa-ajanlaitteen soveltamisala eli tieto siitä, minkä lakien, asetusten ja direktiivien piiriin sähköavusteinen vapaa-ajanlaite kuuluu. Soveltamisalatuloksen perusteella riskin arviointi tehtiin noudattaen koneturvallisuuden soveltamisalaan liittyviä direktiivejä, lakeja, asetuksia ja standardeja. Vaatimuslistaan ja opinnäytetyöhön on koottu standardin SFS-EN ISO 12100 mukainen riskin arviointi ja tulokset, kolmevaiheisen iteratiivisen prosessin tuloksena tehty vaarojen tunnistaminen ja arviointi, riskien vähentämisen ja poiston toimenpiteet sekä riskien merkityksen arviointi.

Riskien vähentäminen ja poistaminen jää myöhemmin tuotesuunnittelu-vaiheessa toteutettavaksi. Työhön dokumentoitua riskin arvioinnin prosessia voidaan käyttää myöhemmin valmiin tuotteen laadun varmistamiseksi.

Asiasanat: vapaa-ajanlaite, työtaturma, turvallisuusselvitys, sähköavusteinen, riskin arviointi, vaatimuslista

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Bachelor of Mechanical engineering, machine automation

Author: Ossi Piirainen
Title of thesis: Leisure equipment safety clarification
Supervisor: Heikki Takalo-Kippola
Term and year when the thesis was submitted: spring 2020
Pages: 35 + 0 appendices

This thesis is a pruned version of the actual thesis, in which the confidential appendices, machine operating principle, structure and dimensions of the product are removed at the request of the client.

The leisure equipment is not for sale in shops, because of they are typically homemade appliances. Therefore, the marketing concept is to do electrically assisted leisure equipment in different sizes. Battery assisted leisure equipment assembly must be easy, it must be able to use with slightest effort and use of the sleigh must be safe in different places and circumstances.

The target of the thesis was to do pole sleigh safety clarification and collect summary of the safety requirements to the thesis and to the requirement list. During the project, the pole sleigh was modeled using SolidWorks 3D-CAD -program and the operation of the controlling system was simulated using Phoenix Contact PLC Logic+ -program.

As a result of the thesis the study found out the leisure equipment properties and limit values like list of requirements, structural dimensions, coefficients of friction, acceleration, risk power consumption and power requirements, amount of assistance, operating voltage, safety and operating range, and operating speeds for risk analysis. Based on the study the risk assessment was performed in accordance with the directive of machinery, laws, and standards. Risk assessment and results according to the standard SFS-EN ISO 12100, hazard identification and assessment as a result of a three-stage iterative process, risk reduction and elimination measures and assessment of the significance of risks were compiled into a list of requirements and a thesis.

Risk reduction and elimination will be implemented later in the product design phase. The risk assessment process documented for the work can be used later to ensure the quality of the finished product.

Keywords: leisure equipment, work accident, safety clarification, electrically assisted, risk assessment, requirement list

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 LÄHTÖTIEDOT	8
3 TURVALLISUUSSELVITYS	9
4 RISKIN ARVIOINTI	12
4.1 Valmistautuminen	12
4.2 Raja-arvot	14
4.2.1 Päämitat ja suoritusarvot	14
4.2.2 Ohjausjärjestelmä	15
4.2.3 Sähköistys	18
4.2.4 Asennus, käyttö, purkaminen, varastointi ja kuljetus	19
4.2.5 Käyttörajat	19
4.2.6 Tila- ja aikarajat	20
4.3 Vaarojen tunnistaminen	21
4.4 Alustava seurausten ja merkityksen arviointi	23
4.5 Riskin suuruuden arviointi	25
4.6 Riskien merkityksen arviointi	28
5 YHTEENVETO	30
LÄHTEET	32

SANASTO

asetus	lakia tarkentava säädös Suomessa
CE-merkintä	valmistajan vakuutus siitä, että tuote täyttää sitä koskevien direktiivien ja lakien vaatimukset
direktiivi	tavoite, johon kaikkien EU-maiden on yllettävä
EMC	elektromagneettinen yhteensopivuus
EU-asetus	sitova säädös, jota on noudatettava kaikilta osiltaan kaikkialla EU:ssa
iteratiivinen	toistava ja toistamista ilmaiseva käsite
raja-arvot	kuvaus koneen mekaanisista ja fyysisistä ominaisuuksista
riskianalyysi	saatavissa olevan tiedon järjestelmällistä käyttämistä vaarojen tunnistamiseksi ja riskin suuruuden arvioimiseksi
riskin arviointi	riskianalyysin ja riskin merkityksen kokonaisprosessi
RoHS	vaarallisten aineiden käytön rajoittaminen
vaara-analyysi	vaarojen tunnistamis- ja taajuusanalyysitekniikka
vaatimuslista	tuotteen vaatimuksista koottu luettelo

1 JOHDANTO

Eräässä yrityksessä syntyi tuoteidea vapaa-ajan viettoon kuuluvan laitteen tuotteistamisesta ja kaupallistamisesta. Tavoitteena on keventää laitteen käyttöä ulkoisen energian avulla, jotta laite olisi käytettävissä myös lasten voimilla.

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä vapaa-ajanlaitteen turvallisuusselvitys ja koota tulokset vaatimuslistaan ja opinnäytetyöhön. Työssä selvitetään, millaisia riskejä vapaa-ajanlaitteen käyttöön liittyy asennuksesta, purkamisesta, kuljetuksesta ja käytöstä. Selvityksessä perehdytään, minkä soveltamisalan piiriin sähköavusteinen vapaa-ajanlaite kuuluu ja mitä ovat turvallisuuteen vaikuttavat vapaa-ajanlaitteen ominaisuudet.

Työlle haasteen asettaa se, ettei tuotteen ominaisuuksien määrittämiseksi ole olemassa minkäänlaista prototyyppiä. Siksi tuotteen ominaisuudet määritetään käymällä läpi esisuunnittelulle tyypillisiä vaiheita koneen, sen ominaisuuksien ja riskin arviossa vaadittavien raja-arvojen määrittämiseksi. Lopuksi työssä käydään läpi tuotteen riskin arviointi, jotta laitteeseen sovellettavat ja lainsäädännön edellyttämät terveys- ja turvallisuusvaatimukset voidaan määrittää varsinaista tuotekehitysprojektia varten.

Tämä opinnäytetyö on karsittu versio varsinaisesta opinnäytetyöstä, jossa tuotteeseen liittyvät luottamukselliset asiat kuten vaatimuslista, rakenteelliset mitat ja yksityiskohdat, kiihtyys, tehonkulutus ja -tarve, käyttöjännite, turva- ja käyttöalueet sekä lisäksi muita raja-arvoja on salattu toimeksiantajan tuoteidean suojaamiseksi.

2 LÄHTÖTIEDOT

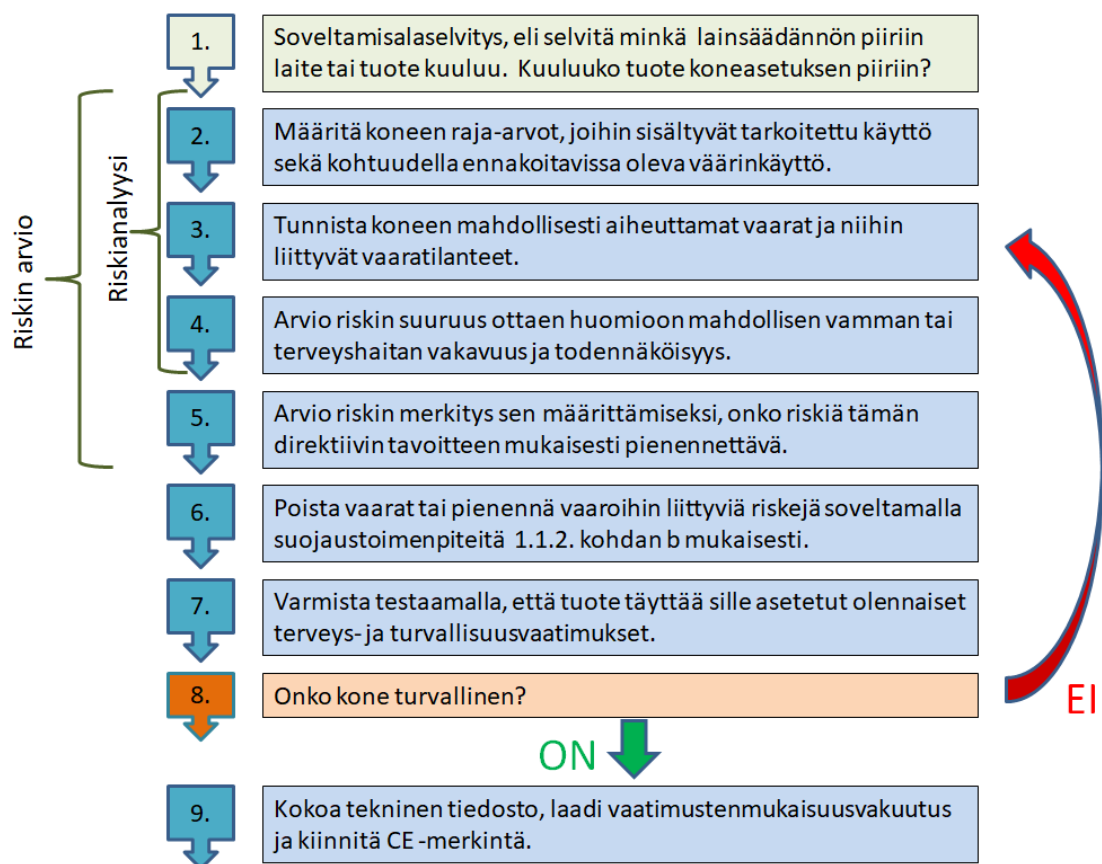
Vapaa-ajanlaitteesta ei ole tällä hetkellä olemassa minkäänlaista fyysistä mallia tai prototyyppiä, jonka perusteella tuotteen ominaisuuksia ja vaatimuksia voitaisiin selvittää. Tuotteen lähtötietojen määrittämiseksi on saatavilla vain toimek-siantajan toimittama mitoittamaton piirros sähköavusteisesta vapaa-ajanlaitteesta.

Vapaa-ajanlaitteen turvallisuusselvitystä varten koottiin tuotteen alustavat vaatimukset vaatimuslistaan teknisiksi määrittelyiksi (1, s. 12). Turvallisuusselvityksen aikana vaatimuslistaa on täydennetty ja muokattu olennaisilla terveys- ja turvallisuusvaatimuksilla sekä opinnäytetyön aikana selvitettyillä teknisillä suoritusarvoilla ja tiedoilla.

3 TURVALLISUUSSELVITYS

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi riskin arviointi vapaa-ajanlaitteelle tulevaa tuotekehitysprosessia varten. Riskien poistaminen ja pienentäminen suoritetaan myöhemmin vapaa-ajanlaitteen tuotekehitysprosessin aikana. Valtioneuvoston asetuksen 400/2008 liitteessä I edellytetään riskin arviointia, jotta koneeseen sovellettavat terveys- ja turvallisuusvaatimukset voidaan määrittää. Asetuksen mukaan riskin arviointi on iteratiivinen prosessi, jona aikana valmistajan tai hänen valtuuttamansa edustajan on määritettävä koneen raja-arvot. (2, liite I: kohta 1.)

Asetuksen mukaista iteratiivista prosessia esitellään kuvan 1 mukaisella kaaviolla. Kuvassa kohta 1 on ennen riskin arviota tehtävä selvitys koneen tai tuotteen soveltamisalasta (2, § 2). Standardin SFS-EN ISO 12100 mukaan riskianalyysiä ovat vaiheet 2–4 ja riskin arvioon kuuluvat vaiheet 2–5 (3, s. 30).



KUVA 1. Riskianalyysin vaiheet ja iteratiivisuus (katso 2, § 2, liite I: kohdat 1–4)

Soveltamisala

Opinnäytetyössä tehdyssä soveltamisalaselvityksessä on selvitetty, kuuluuko vapaa-ajanlaite jonkin tietyn asetuksen mukaisten laitteiden määritelmään, kuuluuko laite soveltamisalan ulkopuolelle jätettäviin laitteisiin ja sovelletaanko laitteeseen asetuksen tai direktiivin edelle menevää erityislainsäädäntöä. Selvityksen lopputulokseen vaikutti lisäksi se, kenelle teknistä tuotetta on tarkoitus markkinoida ja tarjotaanko laitteen avulla kuluttajapalveluja. Soveltuvuusalatarkastelua ohjasivat tuotteeseen liittyvät lait, direktiivit, asetukset sekä yhdenmukaistetut ja kansalliset standardit.

Koneturvallisuus, ICS 13.110

Tehdyn selvityksen perusteella vapaa-ajanlaitteen soveltamisala on ICS-luokan 13.110 mukainen koneturvallisuus. Valtioneuvoston asetuksessa koneiden turvallisuudesta säädetään koneiden suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvistä olennaisista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista sekä niiden vaatimuksenmukaisuuden osoittamisesta (2, § 1).

Vapaa-ajanlaitteen suunnittelussa ja valmistuksessa on syytä käyttää myös muita tuotteeseen sovellettavia standardeja oleellisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten varmistamiseksi. Ensimmäinen standardi on leikkikenttävälineet ja turva-alustat, ainakin putoamiskorkeuden, alustan laadun ja ympäristössä vaadittavan vapaan tilan vaatimusten osalta (4; 5). Toinen standardikokonaisuus on tivoleja ja huvipuistoja käsittelevä standardi. Standardin sisältö kannattaa huomioida soveltuvien osin vapaa-ajanlaitteen suunnittelussa. Standardi ei ole vapaa-ajanlaitteen soveltamisala, mutta standardissa määritetään alueiden erotusjärjestelmän vaatimukset sekä materiaalivalinnan ja maahan ankkuroinnin ohjeet. Soveltamisalaselvityksen aikana vapaa-ajanlaitteelle ei löytynyt soveltuvaa C-tyyppin standardia eli konekohtaista turvallisuusstandardia. (6, s. 8, 18, 36.)

Velvoittavat soveltamisalat

Varsinaisen soveltamisalan lisäksi tuotteeseen sovelletaan kaikkia Euroopan yhteisön alueella myytäviä tuotteita velvoittavia direktiivejä. Nämä direktiivit ovat EMC-direktiivi 2014/30/EU ja RoHS-direktiivi 2011/65/EU (7; 8).

EMC-direktiivin soveltamisalaan kuuluvat kaikki sähkölaitteet tai -laitteistot, jotka voivat aiheuttaa sähkömagneettisia häiriöitä tai jotka voivat häiriintyä sähkömagneettisista häiriöistä. EMC-direktiivi on otettu käyttöön sähköturvallisuuslaissa 16.12.2016/1135. Lakia täydentää valtioneuvoston asetus 1436/2016 sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta. Sähkömagneettista yhteensopivuutta käsittelee standardi IEC/TR 61000-5-1. Standardi käsittelee sähkömagneettisen yhteensopivuuteen liittyvät yleiset näkökohdat ja antaa ohjeita sähkömagneettisten vaikutusten minimoimiseen. (7; 9; 10; 11; 12, linkki Tuotteet ja palvelut -> Sähkölaitteet -> Sähkömagneettinen yhteensopivuus - EMC.)

RoHS-direktiivin soveltamisalan piiriin kuuluvat kaikki sähkölaitteet 22.7.2019 jälkeen. Suomessa direktiivi on pantu täytäntöön laissa vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa 387/2013. (8; 13; 12, linkki Tuotteet ja palvelut -> Sähkölaitteet -> Vaaralliset aineet sähkö- ja elektroniikkalaitteissa - RoHS.)

4 RISKIN ARVIOINTI

Riskin arvioinnin ensimmäisessä vaiheessa määritetään koneen raja-arvot. Muita vaiheita ovat vaarojen tunnistaminen, alustava seurausten merkityksen arviointi, riskin suuruuden arviointi ja riskin merkityksen arviointi. Standardeissa dokumentointi esitetään erillisenä vaiheena, mutta se toteutetaan jokaisen prosessin vaiheen yhteydessä. (14, s. 13–14; 15, s. 10–20.)

Riskianalyysin kokonaistavoitteena on antaa rationaalinen perusta sille, millaisia toimenpiteitä riskeihin kohdistetaan. Jotta riskejä voidaan hallita tehokkaasti, ne on aina analysoitava huolellisesti. Standardin SFS-IEC 60300-3-9 mukaan riskianalyysissä selvitetään saatavissa olevan tiedon avulla vaaroja ja arvioidaan riskin suuruutta. Riskin seuraukset voivat kohdistua ihmisiin, väestöön, omaisuuteen tai ympäristöön. (14, s. 2, 8, 12, 24, 26.)

4.1 Valmistautuminen

Pohja onnistuneelle riskianalyysille luodaan sen suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa, jolloin asetetaan tavoite, rajataan alue ja valitaan soveltuvin analyysimenetelmä. Väärin valittu analyysimenetelmä voi johtaa siihen, ettei tavoitteen mukaisia asioita saada analyysissä esille. (14, s. 8, 10, 12; 16, s. 7, 8, 10.)

Tavoite

Riskin arvioinnin tavoitteena on tunnistaa tärkeimmät elinkaaren aikaiset vaarat tulevaa tuotekehitysprojektia varten riskien poistamiseksi ja pienentämiseksi. Riskianalyysissä keskitytään kokoamaan luettelo vaaroista ja mahdollisista vaaratilanteista riskin suuruuden ja merkityksen arvioimiseksi. (3, s. 28, 34.)

Lähtötiedot

Turvallisuusselvitystä varten saatiin tilaajalta lähtötiedot, joita ei esitetä tässä julkisessa raportissa salassapitosyistä. Turvallisuusselvityksen ensimmäisessä vaiheessa koostettiin vapaa-ajanlaitteelle tekniset lähtötietomäärittelyt vaatimuslistaan (1, s. 12). Vapaa-ajanlaite on tarkoitettu vapaa-ajan palveluja varten. Vapaa-ajanlaitteeseen liittyviä kuvauksia sattuneista onnettomuuksista tai vaa-

ratilanteista ei ole saatavilla, mutta tapaturmatilastoista löytyy muuta tilastotietoa tapaturmien syntymisestä (17, linkki Tietopalvelu ja julkaisut -> Tilastot -> Työtapaturmat; 17, linkki Tietopalvelu ja julkaisut -> Tilastot -> Tilastosovellus Tikku).

Rajaus

Selvitys rajataan koskemaan vain talvella käytettävää vapaa-ajanlaitteen versiota. Riskin arviossa pyritään huomioimaan myös sähköiset ominaisuudet ja vaatimukset.

Menetelmä

Standardissa SFS-IEC 60300-3-9 (14) käsitellään teknisten järjestelmien riskianalyysien menetelmiä. Riskianalyysin tavoitteiden ja rajauksen määrittämisen jälkeen riskianalyysin menetelmä valittiin standardin sivulla 32 esitetyn ohjeituksen mukaisesti. Käytettävän työmäärän osalta analyysiin käytetyn kokonaistyömäärän pitäisi olla suhteessa mahdollisten riskien tasoon. Lisäksi yksinkertainen menetelmä antaa parempia tuloksia kuin puutteellisesti toteutettu monimutkaisempi menetelmä. Vapaa-ajanlaitteen riskianalyysimenetelmän valintaan vaikuttavat luonnosteluvaihe, riskin pienentämiskeinojen valinta, rakenteen yksinkertaisuus, vaarojen yksinkertaisuus, riskin vakavuuden tyyppi, aikaresurssit, työryhmään osallistuvien määrä, millaisia raja-arvoja on käytettävissä ja se, että analyysi toistetaan vain kerran tuotekehitysvaiheen lopuksi. Riskianalyysimenetelmäksi valittiin standardin SFS-IEC 60300-3-9 taulukossa 1 olevista menetelmistä vaara-analyysi. Analyysin tuloksena saadaan luettelo vaaroista ja vaarallisista tilanteista. (14, s. 20, 32, 44.)

Vapaa-ajanlaitteen riskin arvioinnissa käytetään hyväksi pääasiassa kolmea standardia. Ensimmäinen standardi SFS-EN ISO 12100 sisältää turvallisuuden toteuttamisen peruskäsitteet, periaatteet ja menetelmät sekä riskin arvioinnin ja pienentämisen periaatteet. SFS-IEC 60300-3-9 käsittelee ohjeita riskianalyysien suunnittelussa, toteutuksessa sekä dokumentoinnissa. Kolmas standardi eli SFS-ISO/TR 14121-2 käsittelee käytännön opastusta standardin SFS-EN ISO 12100 mukaiseen riskin arviointiin. (3, s. 11; 14, s. 8; 15, s. 8.)

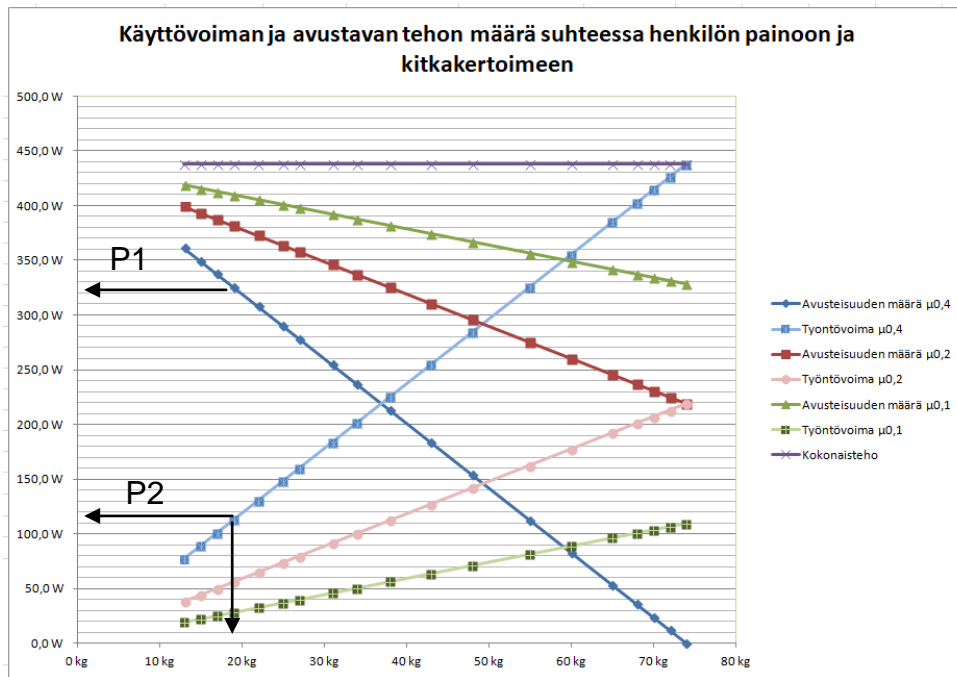
4.2 Raja-arvot

Riskien arviointi aloitettiin raja-arvojen määrittämisellä ja siinä otettiin huomioon elinkaaren kaikki vaiheet. Valtioneuvoston asetuksen 400/2008 ja standardin SFS-EN ISO 12100 mukaan tuotteen raja-arvojen selvitykseen sisältyy tarkoitettu käyttö ja kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö. (2, liite I; 3, s. 28, 36.)

4.2.1 Päämitat ja suoritusarvot

Turvallisuusselvityksen alussa määritetyn vaatimuslistan tekniset määritelmät ovat perusteena opinnäytetyössä esitetyille päämitoille. Päämittoihin vaikuttavat vapaa-ajanlaitetta käyttävien henkilöiden fysiologiset mitat. Koska vapaa-ajanlaitetta voivat käyttää kaikki ikäryhmät, täytyy käyttöpisteen korkeuden olla säädettävissä. Vapaa-ajanlaitteen laskelmat ja suoritusarvot kirjattiin opinnäytetyön liitteisiin.

Kuvasta 2 nähdään, että avusteisuuden määrä nousee nopeasti hyvin suureksi, jos alustan kitkakerroin on huono. Koska saavutettavaa käyttövoimaa on tarkoitus keventää sähköavusteisesti, voi laite olla liukkaalla alustalla pääasiassa sähkökäyttöinen. Kuvassa 2 samasta väristä on kaksi viivaa, saavutettu käyttöteho P2 ja tarvittava lisäteho P1 loppunopeuden saavuttamiseksi. Esimerkiksi molemmilta viivoilta neljännen pisteen kohdalta luettuna saadaan käyttäjän paino, käyttöteho P2, avusteisuuden määrä P1 ja kokonaisteho.



KUVA 2. Avusteisuuden määrä eri kitkakertoimien arvoilla

4.2.2 Ohjausjärjestelmä

Kaikissa koneissa on alkeellinen tai kehittyneempi ohjausjärjestelmä. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta, asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja koneturvallisuudirektiivi asettavat koneiden ohjausjärjestelmille yleisiä vaatimuksia (2, liite 1; 18, § 5–8; 19, liite 1 kohta 1.2). Kuvassa 3 on opinnäytetyön aikana tehty esimerkki ohjausjärjestelmän logiikkakaaviosta. Kaaviota käytetään puutteistaan huolimatta esimerkkinä, jotta vapaa-ajanlaitteen ohjausjärjestelmän toimintaa ja sen vaatimuksia voidaan havainnollistaa. Kuvan mukaisessa kaaviossa punaisella pystyviivalla on erotettu käynnistys ja normaalin käytön aikaiset toiminnot. Koneasetuksen liitteen I mukaan ohjausjärjestelmän täytyy estää vaaratilanteiden syntyminen eikä kone saa käynnistyä odottamattomasti. Lisäksi koneen pysähtymistä ei saa estää, jos pysäytyskäsky on annettu (2, liite I; 19, liite I).

Kuvassa 3 numerolla 1 on merkitty laitteiston päävirtakytkin. Numeron 2 luona on virtakatkaisin. RS:llä merkitty toiminto huolehtii järjestelmän käynnistyksestä ja sammutuksesta painonappien 11 ja 12 avulla. Numeron 6 luona olevan &-toiminnon tehtävänä on sallia laitteiston käynnistyminen ainoastaan &-toiminnon

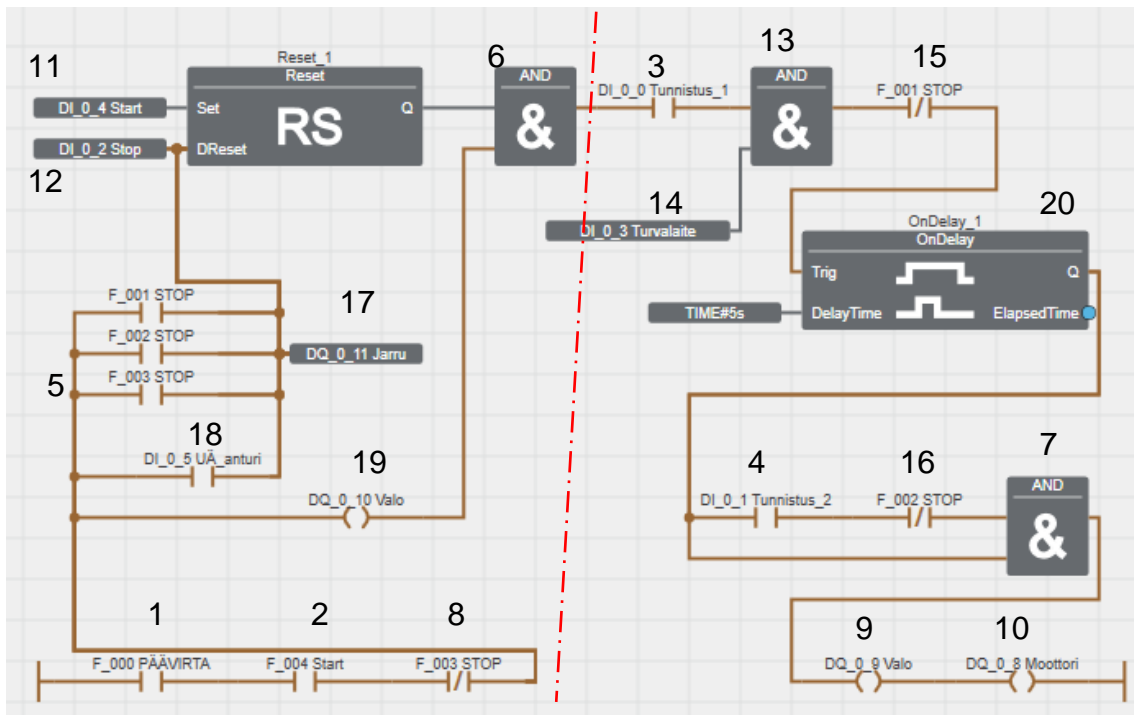
avulla. Vapaa-ajanlaite pysähtyy, jos laitteen käyttötilan ilmaiseva merkkivalo 19 menee rikki.

Hätäkatkaisin 8 katkaisee sähkönsyötön koko järjestelmästä, ja se on sijoitettu virtalähteen luokse heti pääkatkaisijan jälkeen. Tämän katkaisijan pääasiallinen tehtävä on estää vapaa-ajanlaitteen tahaton käynnistyminen kaikissa tilanteissa (20, s. 29).

Kyydittävän ja käyttäjän luona sijaitsevat hätäkatkaisijat ovat numeroilla 15 ja 16. Hätäkatkaisijat 15 ja 16 vaikuttavat logiikan toimintaan pysäyttäen laitteiston toiminnan, mutta eivät katkaise sähkönsyöttöä järjestelmästä. Numeron 5 luona on kaikkien hätäkatkaisijoiden ohjaama toiminto, jonka avulla laitteisto sammutetaan. Laitteiston jarrutus 17 pysäyttää laitteen, jos jotain hätäpysäytyspainiketta painetaan tai esteen tunnistava anturi 18 pysäyttää laitteen. (20, s. 47; 21, s. 10–11).

Numeron 4 luona on avustettavan voiman tunnistus. Kyydittävän tunnistus 3 ohjaa yhdessä numerolla 14 merkityn turvalaitteen kanssa kohdassa 13 merkityä &-toimintoa. Avusteisuus ei saa toimia, ellei antureiden ja &-toiminnon avulla anneta lupaa avusteisuuden toiminnalle. Turvakaiteen 14 tehtävänä on estää laitteen odottamaton liikkeelle lähteminen. Laite ei saa lähteä liikkeelle, kun kyydittävä koskettaa alustaa ja turvakaide on vielä asettamatta alas.

Kuvan 3 oikeassa laidassa on viivepiiri 20, jonka toiminnallisen viiveen avulla huolehditaan siitä, ettei laite lähde liikkeelle välittömästi. Viivepiirillä suojataan laitteen kyytiin siirtyvää henkilöä silloin, jos anturi 4 on tosi-tilassa ja laitteen kyytiin siirtyvä henkilö saa anturin 3 toimimaan hetkellisesti. Numerolla 7 merkityn &-toiminnon tarkoitus on sallia avusteisuuden aktivointi sen jälkeen, kun anturilta 3 tuleva signaali on viiveen 20 jälkeen tosi-tilassa. Merkkivalo 9 ilmaisee numerolla 10 merkityn avustavan moottorin olevan aktiivinen tai jos avustava moottori toimii virheellisesti ilman ohjausta.



KUVA 3. Esimerkki ohjausjärjestelmän logiikkakaaviosta, ohjelmistona Phoenix Contact Logic+

Vapaa-ajanlaitteen toiminta-alueella ja välittömästi sen ulkopuolella on vaaravyöhykkeet. Vaaravyöhykkeiden osalta koneasetus edellyttää, että käyttäjän on kyettävä ohjauspaikalta käsin varmistumaan, ettei vaaravyöhykkeillä ole ketään. Ohjausjärjestelmä on lisäksi suunniteltava ja rakennettava sellaiseksi, ettei käynnistys ja avusteisuus onnistu, jos joku on vaaravyöhykkeellä. (2, liite 1; 18, § 5–8; 19, liite 1: kohta 1.2.)

Käynnistäminen

Kuvassa 3 laitteisto käynnistetään painamalla numerolla 11 merkittyä start-painiketta. Koneasetuksen mukaan koneen tahaton käynnistyminen täytyy estää. Kone ei saa käynnistyä automaattisesti hätäpysäytyspainikkeiden palauttamisen eikä koneen sammuttamisen jälkeen. (2, liite I: kappale 1.2.3.)

Pysäyttäminen

Koneessa on koneasetuksen mukaisesti oltava ohjauslaite, jolla kone voidaan pysäyttää kokonaan turvallisesti. Koneen pysäyttäminen jaetaan useampaan

luokkaan sen mukaan, onko kyseessä normaali pysäytys, toiminnallinen pysäytys tai hätäpysäytys. (2, liite I: kohta 1.2.4.)

Normaali pysäytys

Kuvassa 3 olevassa esimerkissä käynnistyskytkin 1 toimii laitteiston pysäytys- ja sammutuskytkimenä, jolloin energiansyöttö katkaistaan laitteelle koneasetuksen vaatimusten mukaisesti. Toissijainen pysäytys, joka ei katkaise energiansyöttöä, mutta pysäyttää laitteiston, on numerolla 12 merkitty stop-painike. Stop-painike palauttaa RS-piirin epätosi-tilaan, jolloin laitteistossa osa toiminoista sammuu. Painikkeiden 11 ja 12 on oltava NO-tyyppiä eli normaalisti avoimia painonappeja ja palauduttava takaisin NO-tilaan painamisen jälkeen. (2, liite I: kohta 1.2.4.1.)

Toiminnallinen pysäytys

Vapaa-ajanlaitteella ei ole toiminnallisen pysäytyksen tarvetta. Avustavassa tilassa energiansyöttö on päällä moottorille ainoastaan silloin, kun avustavaa energiaa tarvitaan. (2, liite I: kohta 1.2.4.2.)

Hätäpysäytys

Kuvassa 3 koko laitteisto hätäpysäytetään painamalla mitä tahansa hätäpysäytykseen tarkoitettua hätäpysäytyspainiketta, jolloin RS:llä merkityn toiminnon lähtö muuttuu tilaan epätosi. Hätäpysäytyksen vaatimuksena on, että hätäpysäytys pysyy toiminnassa, kunnes se kuitataan pois päältä käsikäyttöisesti eikä minkään hätäpysäytystoiminnon palauttaminen saa aiheuttaa laitteen uudelleen käynnistymistä. Lisäksi on huomattava, ettei hätäpysäytystä saa käyttää muiden suojausteknisten toimenpiteiden korvaajana. (2, liite I: kohta 1.2.4.2; 21, s. 8.)

4.2.3 Sähköistys

Vapaa-ajanlaitteen käyttöjännite on 48 V DC, jolloin sähköiskulta suojautumiseen ei tarvitse asettaa erityisiä vaatimuksia. Laitteen kaapeloinnit toteutetaan sisäisinä kaapelointeina. Sisäinen kaapelointi suojaa kaapeleita ja liittimiä käytön, purkamisen, kokoamisen, varastoinnin ja kuljetuksen aikaisilta rasituksilta

ja vaurioilta. Turvallisuuteen liittyvät sähköisen ohjausjärjestelmän kaapeloinnit reititetään erillisesti ja suojataan vaurioitumiselta sekä sähkönsyötön häiriöiltä. (22, s. 6, 17–18.)

4.2.4 Asennus, käyttö, purkaminen, varastointi ja kuljetus

Valmistus-, kuljetus-, myynti- ja varastointikustannusten minimoimiseksi puretun ja asennusvalmiin vapaa-ajanlaitteen täytyy mahtua eurolavalle, jonka mitat ovat 0,8 m x 1,2 m. Oikea pakkaus- ja varastointikoko pienentävät riskejä kaikissa tuotteen elinkaaren vaiheissa. Vaihtoehtoisesti tuote voidaan kuljettaa kotimaan markkinoille tarkoitettulla FIN-lavalla, jonka mitat ovat 1,0 m x 1,2 m (24).

4.2.5 Käyttörajat

Vapaa-ajanlaite on tarkoitettu kuluttajille ja palveluntuottajille, kuntoiluun, yhdessäolon välineeksi ja tuottamaan iloa kaikille käyttäjille. Käyttäjinä ovat kaikki ikäryhmät, jotka kykenevät käyttämään laitetta riittävällä perusvoimalla. Laitteisto asennetaan kiinnittämällä ensin tyvirakenne käyttöohjeiden mukaisesti.

Käyttöönotto ei vaadi erillisten asetusten tekemistä laitteistoon. Vapaa-ajanlaitetta saa käyttää vasta turvallisuuskoulutuksen ja opastuksen jälkeen tai luettuaan huolellisesti turvallisuus- ja käyttöohjeet. Käyttö- ja turvallisuusohjeissa määritettyä ikärajaa nuoremmat saavat käyttää laitetta vain huoltajan tai täysi-ikäisen henkilön valvonnassa. Laitteen käyttöä seuraavien henkilöiden ja lemmikkien on pysyttävä vaaravyöhykkeiden ulkopuolella. Laitetta käyttää aina vähintään kaksi henkilöä, matkustaja ja laitteen käyttäjä. Laitetta saa käyttää vasta sen jälkeen, kun kyydittävä on asettunut varmuudella riittävän turvallisesti laitteen kyytiin.

Ohjausjärjestelmä sallii laitteen avusteisuuden käytön vasta sen jälkeen, kun kyydittävä on asettunut laitteen kyytiin ja putoamissuoja on paikoillaan. Avusteisuuden määrälle ja nopeudelle on määritetty maksimi-arvot käyttäjien ja kyydittävien henkilöiden iän ja painon sekä testitulosten perusteella, mutta laitetta on mahdollista käyttää myös ilman avusteisuutta.

Laitteen kunnossapito-ohjeet ovat käyttö- ja turvallisuusohjeissa. Kunnossapidosta vastaa laitteen omistaja tai muu vastuuhenkilö. Laite puretaan noudattamalla asennusohjetta käänteisessä järjestyksessä ja sen varastointi tapahtuu omassa kuljetuslaatikossa sähkö- ja signaaliliittimet hyvin suojattuina. Energialähde ja mahdollinen laturi säilytetään käyttö- ja turvallisuusohjeen mukaisesti. Laitteiston hävittäminen tapahtuu tuotteen valmistajan laatiman käyttö- ja kierrätysohjeen mukaisesti.

Koneen käyttörajoihin sisältyy myös kohtuudella ennakoitavissa olevat väärinkäytön tilanteet, jotka tulee estää tuotekehitysvaiheessa. Vapaa-ajanlaitteessa käyttölaite voidaan sitoa teipillä tai narulla pysyvästi pohjaan ja pysäytys toteutetaan hätäkatkaisijaa painamalla, näin menetellen vapaa-ajanlaitetta voi käyttää yksin. Laitteen liittimet voivat vaurioitua tai likaantua huolimattoman purkamisen, kuljettamisen, kokoamisen tai varastoinnin aikana. Vaurioituneita rakenn- tai varaosia voidaan korvata muilla kuin alkuperäisosilla. Laitetta käyttäessä joku voi seistä kyydissä samalla, kun käyttäjä antaa lisää vauhtia laitteelle tai laitetta liikutetaan ennen kuin matkustaja ehtii istumaan. Pahimmillaan vapaa-ajanlaitteen kyytiin tai kyydistä hypätään laitteen ollessa liikkeellä. Lisäksi laitteen kyytiin voi ahtautua yhdellä kertaa liian monta henkilöä. (3, s. 36; 15, s. 60.)

4.2.6 Tila- ja aikarajat

Vapaa-ajanlaite tarvitsee asennusta ja käyttöä varten toiminta-alueen lisäksi 2 m ylimääräistä vapaata tilaa. Käyttöalue on tasainen eikä lunta tarvitse poistaa alueelta. Laitteen toiminta-alueen ympärillä on käyttö- ja turvallisuusohjeissa ilmoitettu vaaravyöhyke, jolla ei saa olla ihmisiä tai eläimiä.

Vapaa-ajanlaitteelle ei ole mahdollista antaa turvallisuusselvityksen tässä vaiheessa käyttöaikoja, joita ovat kokonaiskäyttöaika, tarkastusvälit, huoltovälit sekä kuluvien osien vaihto ja kunnostus. Laitteen jarrun toiminta on tarkastettava jokaisena käyttöpäivänä ennen käyttöönottoa. Jarrun tekniset tiedot, kuten laitteelle vaadittava hidastuvuus, päivitetään tuotteen suunnittelu- ja valmistusvaiheessa. (3, s. 38.)

4.3 Vaarojen tunnistaminen

Tunnistamaton vaara, jota ei ole poistettu tai pienennetty, aiheuttaa tuotteeseen riskin (16, s. 14). Vaarojen tunnistamisessa pyrittiin löytämään järjestelmällisen prosessin avulla kohtuudella ennakoitavissa olevat vaarat, vaaratilanteet ja vaaralliset tapahtumat kaikissa koneen elinkaaren aikaisissa vaiheissa. Opinnäytetyössä tunnistettiin koneella tehtävät kaikki käyttötoiminnot, joita konetta käyttävät henkilöt suorittavat.

Vaarojen tunnistamisessa otettiin huomioon kaikki koneen osat, mekanismit, toiminnot, materiaalit, joita käsitellään sekä koneen käyttöympäristö. Vaarojen tunnistamisprosessin aikana tehtiin luettelo vaaroista, vaaratilanteista ja vaarallisista tapahtumista sekä kuvattiin miten ja milloin vaaratilanne voi johtaa vahinkoon. Apuna vaarojen tunnistamisessa käytettiin raja-arvoja ja standardin SFS-EN 12100 liitteen B tarkistuslistoja. Lisäksi vaaran tunnistamisessa käytettiin hyväksi vapaa-ajanlaitteen raja-arvoja. (3, s. 38–40; 15, s. 14.)

Vaarat, vaaratilanteet ja vaaralliset tapahtumat koottiin SFS-EN 12100 liitteen B taulukoista taulukkoon 1 ja samalla jokaiselle riskille annettiin viitenumero. Taulukkoa on lisäksi täydennetty muilla vapaa-ajanlaitteen käytössä ilmenevillä ja kohtuudella ennakoitavissa olevilla väärinkäytön vaaroilla. Tarkasteltaessa taulukkoon koottuja vaaroja ja vaarallisia tapahtumia nähdään, että elinkaaren aikana tapahtuvilla vaaroilla on paljon yhtäläisyyksiä, tämä johtuu vapaa-ajanlaitteen toimintaperiaatteesta. Vaaratekijöiden tunnistamisen yhteydessä vaaratekijät kirjattiin standardin SFS-ISO/TR 14121-2 taulukosta A.3 muokatulle vaaratekijöiden tunnistamisen taulukkoon. (15, s. 34, 68, 76.)

TAULUKKO 1. Vaarojen tunnistaminen SFS-EN 12100 liitteen B tarkistuslistojen mukaisesti

Vaarojen tunnistaminen								
Kone (tunnistetiedot)			Vapaa-ajan hauskanpitoaite		Menetelmä/työkalu			
Lähdeaineisto (esim. alustavat suunnitteluasiakirjat, tekninen tiedosto, rakennetiedosto)			Opinnäytetyö		Analyysin tekijä		Ossi Piirainen	
Laajuus (esim. elinkaaren vaihe, koneen osa/toiminto)					Nykyinen versio		1.0	
Menetelmä			Tarkistuslista: ISO 12100:2010, liite B		Päivämäärä		4.4.2020	
					Onnettomuuskkenaario			
Viite nro	Taulukko B.3 Koneen elinkaaren vaihe	Tehtävä / Käyttötoiminta	Vaaravyöhyke	Alkuperä (Taulukot B.1 ja B.4)	Vaara (ISO 12100:2010, taulukko B.1)	Vaaratilanne (ISO 12100:2010, taulukko B.3)	Vaarallinen tapahtuma (ISO 12100:2010, taulukko B.4) Aiheuttaja, selvitys	Viite nro
1	Kuljetus, kokoonpano, purku, varastointi, asennus, käyttöönotto ja -poisto		Siirto-, kokoonpano-, kauppa- ja varastoalue	Asento, ponnistelu	Raskas tuotepakkaus tai painavat osakokonaisuudet voivat aiheuttaa tuki- ja liikuntaelinten vamman.	Hauskanpitolaitteen osien kuten tuotepakkauksen nostamisesta, kuormaamisesta ja siirtämisestä aiheutuu ergonominen kuormitus väärän työasennon seurauksena.	Liiallinen ponnistelu, kivuliaat, väsyttävät ja väärä työasento painavaa ja / tai suurikokoista osaa tai tuotepakkausta nostettaessa.	1
2			Siirto-, kokoonpano-, kauppa- ja varastoalue	Pitkien osien liike-energia, painovoima ja vaikea käsiteltävyys.	Pitkän osan käsittely vaarantaa iskeytymällä johonkin ympäristössä olevaan. Pitkä tuotteen osa voi vaurioitua kuljetuksen aikana ja / tai niitä käytetään väärin kuljetuksen aikana.	Pitkien osien käsittely aiheuttaa vaaratilanteen läsnäolijoille tai ympäristölle.	Pitkä osa iskeytyy ympäristöön tai läsnäolijaan ja / tai vaurioittaa omaisuutta.	2
3		Sähkölaiteisto	Siirto-, kokoonpano-, kauppa- ja varastoalue	Liike-energia, valokaari, oikosulku, akun ylikuormitus, akun räjähtäminen. Akku syttyy palamaan ja tuottaa myrkyllisiä palokaasuja.	Akku voi räjähtää, syttyä palamaan, aiheuttaa palovamman ja sen osia voi tunkeutua kehoon. Akusta voi aiheutua ympäristöön kemiallisia vaikutuksia, myrkyllisiä palokaasuja ja tulipalo.	Akkua käsitellään varomattomasti tai väärin. Akku voi vaurioitua ja riskinä on sisäinen oikosulku, joka johtaa tulipaloon tai akun räjähtämiseen. Akkua säilytetään ja ladataan väärin.	Li-ion akku vaurioituu ja akun korkea energiatiheys purkautuu hyvin nopeasti ylikuumentuen akun ja syttyen palamaan, räjähdysvaara. Akku voi sisältää kemikaaleja ja sen palokaasut ovat hyvin myrkyllisiä.	3
4	Puhdistus Kunnossapito		Käyttöalue Huolto	Hauskanpitolaitteen osien, työkalujen jne. mekaaninen lujuus. Liike-energia, yliajatuksi tuleminen, paiskautuneeksi tuleminen.	Tarvikeosan kestävyys ja valmistusmateriaaleja ei ole testattu. Jokin hauskanpitolaitteen osa voi rikkoutua ja aiheuttaa vaaran. Seurauksena voi olla isku, ruhjevamma ja / tai takertuminen.	Hauskanpitolaitteessa käytetään tarvikeosia, itse tehtyjä tai huonosti korjattuja osia. Rakente- tai varaosia korvataan muilla kuin alkuperäisvaraosilla. Korjataan vaurioituneita osia ilman asiantuntemusta.	Osia rikkoutuu käyttötoiminnan aikana, jolloin kyydittävät, läsnäolijat ja käyttäjät voivat loukkaantua. Hauskanpitolaitteen osia lentää käyttöalueen ulkopuolelle ja törmää ympäristöön ja / tai läsnäolijoihin.	4
5			Käyttöalue	Liike-energia, valokaari, oikosulku, akun ylikuormitus, akun räjähtäminen. Akku syttyy palamaan ja tuottaa myrkyllisiä palokaasuja.	Akku voi räjähtää, syttyä palamaan, aiheuttaa palovamman ja sen osia voi tunkeutua kehoon. Akusta voi aiheutua ympäristöön kemiallisia vaikutuksia, myrkyllisiä palokaasuja ja tulipalo.	Laitteeseen asennetaan ja/tai käytetään tarvikeakkua, jonka laatua ei ole varmistettu. Akku voi vaurioitua ja riskinä on sisäinen oikosulku, joka johtaa tulipaloon.	Alkuperäinen li-ion akku on korvattu tarvikeakulla joka räjähtää tai syttyy palamaan. Akkua ladataan, käsitellään tai säilytetään virheellisesti.	5

Loppuja taulukon 1 kohtia ei esitetä tässä julkisessa raportissa salassapitosyistä.

4.4 Alustava seurausten ja merkityksen arviointi

Vaarojen tunnistamisen jälkeen tunnistetuille vaaroille tehtiin alustava vaarojen seurausten arviointi. Arviointi tehtiin yhdessä vaaran seurausanalyysin ja sen perussyiden tutkimisen kanssa (3, s. 108–117). Alustava arviointi johti yhteen kolmesta vaihtoehdosta: korjaavat toimenpiteet toteutettiin heti vaarojen poistamiseksi ja pienentämiseksi, analyysi lopetettiin koska vaarat tai vaaroista aiheutuvat seuraukset olivat merkityksettömän pieniä tai jatkettiin analyysiä riskin suuruuden arvioinnilla. (14, s. 12–14, 30.)

Alustava vaaran merkityksen arviointi kirjattiin taulukkoon 2 ja se tehtiin ennen riskin suuruuden arviointia. Jos vaaraa ei voitu poistaa, mutta sen suuruutta voitiin pienentää, tehtiin vaaralle alustava vaaran suuruuden arviointi jäännös-riskin suuruuden arvioimiseksi. Jos vaara voitiin poistaa suunnitteluvaiheessa, lopetettiin analyysi kyseisen riskin osalta, todennettiin analyysi ja dokumentoitiin analyysin raporttiin viitenumeroa käyttäen vaara ja toimenpide, jolla vaara poistetaan. Tällä menettelyllä vältettiin turhan työn tekeminen sellaisen vaaran kohdalla, joka voidaan poistaa jo suunnitteluvaiheessa tai pienentää muilla toimenpiteillä merkityksettömän pieneksi. Lopuksi riskin suuruuden arviointi tehtiin niille riskeille, joita ei voida poistaa tai pienentää riittävästi.

TAULUKKO 2. Vaarojen alustava arviointi

Taulukossa merkintä P tarkoittaa poistettua vaaraa, T tuhoisaa, VA vaikeata, K kohtalaista, VÄ vähäistä ja RA tarkoittaa sitä, että vaara on tarkasteltava riskin suuruuden arvioinnissa.

Viite nro	Toimenpide, jolla vaara poistetaan tai pienennetään	Vaaran / vahingon seuraus
1	Tuotepakkauksen koko ja paino huomioidaan tuotteen spesifikaatiota määritettäessä. Pakkauksen kokonaispainoa määritettäessä huomioidaan standardin SFS-EN 1005-2 vaatimukset sekä Työterveyslaitoksen julkaisu Kuorma kevenee yhteistyöllä (24; 25). Vaaran aiheuttamat riskit poistetaan kokonaan tuotesuunnitteluvaiheessa.	P
2	Pitkiä osia ei suunnitella tuotteeseen. Tuotesuunnitteluvaiheessa otetaan huomioon eurolavan ja / tai FIN-lavan mitat (23). Vaaran aiheuttamat riskit poistetaan kokonaan tuotesuunnitteluvaiheessa.	P
3	Kuljetuksen, kokoonpanon, tuotteen purkamisen, varastoinnin, asennuksen, käyttöönoton ja käytöstä poiston yhteydessä tapahtuva akun / akkujen käsittely ohjeistetaan tuotteen käyttöohjeessa. Tuotesuunnitteluvaiheessa otetaan huomioon akkujen aiheuttamat riskit huolellisella pakkaussuunnittelulla ja testaamisella. Akkujen valintaan kiinnitetään huomiota ja käytetään vain laadukkaita sekä turvallisia akkuja. Vaaran aiheuttamat riskit poistetaan kokonaan tuotesuunnitteluvaiheessa.	P

Loppuja taulukon 2 kohtia ei esitetä tässä julkisessa raportissa salassapitosyistä.

4.5 Riskin suuruuden arviointi

Riskien suuruuden arvioinnissa mitattiin vaarojen tunnistamisvaiheessa löydettyjen riskien taso. Standardien mitta-asteikoilla vapaa-ajanlaitteen taloudellisten vahinkojen vakavuus on mitättömällä tasolla ja siksi taloudellisia vahinkoja ei arvioida. Vapaa-ajanlaitteen riskien suuruuden arviointiin käytetään riskimatriisia johtuen sen käytön helppoudesta ja riittävästä tarkkuudesta. Riskin suuruuden arvioinnissa on kyse vahingon todennäköisen vakavuuden ja sen esiintymistodennäköisyyden määrittämisestä ja näiden kahden tekijän yhdistämisestä. Riskien suuruuden arvioinnissa kiinnitettiin huomiota siihen, että pienet riskit voivat tapahtua hyvin usein ja suuret vakavat riskit voivat tapahtua hyvin harvoin. (3, s. 18; 14, s. 10; 15, s. 42.)

Ihmisiin kohdistuvien vaarojen arvioinnissa käytettiin yhdistelmätyökalun mukaisessa vaaran arviointimenetelmässä esitettyä vaaran vakavuuden arviointia. Vaaran vakavuuden numeerinen arvo 1 tarkoittaa naarmuja tai mustelmia, joihin tarvitaan vain ensiapua tai vastaavaa. Numero 2 tarkoittaa vakavampia pinta-haavoja, mustelmia tai pistohaavoja, jotka vaativat terveydenhuollon ammattilaisten toimenpiteitä. Numero 3 tarkoittaa normaalisti palautumattomia vammoja, jolloin työn jatkaminen toipumisen jälkeen on jonkin verran hankalaa ja numero 4 tarkoittaa sellaisia palautumattomia vammoja, että työn jatkaminen toipumisen jälkeen on hyvin vaikeaa tai mahdotonta. Vaaran vakavuutta merkitsevät numerot on merkitty taulukkoon 3 vahingon vakavuuden kohdalle. Näin menetellen tarkalta tulokselta kuulostava numeerinen arvo muutettiin laadulliseksi arvioksi. (15, s. 34, 36.)

Vaaran esiintymistodennäköisyyden arvioinnissa käytettiin apuna yhdistelmätyökalun todennäköisyysmäärittelyä (15, s. 36). Taulukossa 3 numerot 1–2 tarkoittavat, että vahinko on erittäin epätodennäköinen. Tämän tyyppinen rakenneosa ei koskaan vikaannu tai vikaantuminen on epätodennäköistä siten, että seurauksena olisi vaarallinen tapahtuma. Inhimillinen virhe ei ole mahdollinen tai on epätodennäköinen. Numero 3 tarkoittaa vahingon todennäköistä tapahtumaa. Tämän tyyppinen rakenneosa voi vikaantua siten, että seurauksena on vaarallinen tapahtuma ja inhimillinen virhe on mahdollinen. Numero 4 tarkoittaa

vahingon todennäköistä tapahtumaa. Tämän tyyppinen rakenneosa todennäköisesti vikaantuu siten, että seurauksena on vaarallinen tapahtuma ja lisäksi inhimillinen virhe on todennäköinen. Numero 5 tarkoittaa erittäin todennäköistä vahinkoa. Tarkasteltavan tyyppistä rakenneosaa ei ole tehty tai tarkoitettu kyseisen kaltaiseen sovellukseen. Osa vikaantuu siten, että seurauksena on vaarallinen tapahtuma. Ihmisen toiminta on sellaista, että virheen todennäköisyys on erittäin suuri. Vaaran todennäköisyyttä merkitsevät numerot on merkitty taulukkoon 3 vahingon esiintymistodennäköisyyden kohdalle, tällä tavalla numeerinen arvo muutetaan laadulliseksi arvioksi.

TAULUKKO 3. Riskin suuruuden arviointimatriisi (15, s. 25)

Vahingon esiintymistodennäköisyys	Vahingon vakavuus			
	4 Tuhoisa	3 Vaikea	2 Kohtalainen	1 Vähäinen
5 Erittäin todennäköinen	Suuri	Suuri	Suuri	Keskimääräinen
4 Todennäköinen	Suuri	Suuri	Keskimääräinen	Pieni
3 Epätodennäköinen	Keskimääräinen	Keskimääräinen	Pieni	Merkityksetön
1-2 Erittäin epätodennäköinen	Pieni	Pieni	Merkityksetön	Merkityksetön

Vaarat, joille tehtiin vaaran suuruuden arviointi, on merkitty taulukkoon 2 RA-lyhenteellä. Taulukkoon 4 on siirretty taulukosta 2 lähempää tarkastelua edellyttävät vaarat. Taulukossa riskin suuruuden merkintä 3/2 tarkoittaa esiintymistodennäköisyyden 3 ja vakavuuden 2 merkintää.

TAULUKKO 4. Riskin suuruuden arviointi vaaroille

Viite nro	Riskin suuruuden arviointiin liittyvä kommentti.	Riskin suuruus
7	Vaaraa ei voi poistaa kokonaan tuotekehityksen aikana edes huolellisella suunnittelulla. Erityistä huomiota kiinnitettävä jäännösriskin pienentämiseen käyttöohjeella, käyttäjien koulutuksella ja opastuksella. Vaara on epätodennäköinen, kun vaaraa pienennetään riittävästi huolellisella suunnittelulla.	3/1 Merkityksetön
8	Tämä on todennäköinen vaara vapaa-ajanlaitetta käytettäessä. Liittyy riskiin 7, mutta kohteena on laitteen kyydissä istuva lapsi. Laitteen eteen juoksevan 10–15-vuotiaan paino on 34–60 kg, joten lapsen vammat voivat olla vakavia. Riski ilman suojausta 4/2–3 eli suuri tai keskimääräinen riskin suuruus. Perheen pienimmät täytyy suojata hyvin heidän ikänsä ja vammautumisen riskin tähden. Tuotesuunnitteluvaiheessa huomioidaan turvallisuus lisäämällä rakenteisiin suojaus. Vaaran aiheuttama riski on poistettavissa kokonaan tuotesuunnitteluvaiheessa.	Merkityksetön vaaran poistamisen toimenpiteiden jälkeen.
9	Vaara voidaan poistaa tai pienentää riittävästi tuotesuunnitteluvaiheessa. Kaikkien osien suunnittelussa otetaan huomioon mahdollinen rakenteiden päälle kaatuminen, eikä rakenteissa sallita teräviä särmiä ja kulmia.	3/1 Merkityksetön
12	Ilman vaaran pienentämistä 4/1–2 eli vaaran vakavuus on keskimääräinen tai pieni. Erityisesti kiinnitetään huomiota vapaa-ajanlaitteen ankkurointiin. Erityistä huomiota kiinnitetään kuormituksen aiheuttamaan vääntömomenttiin ja ankkuroinnin rikkoontumisriskiin eri olosuhteissa. Ohjeistetaan ja varoitetaan hyvin käyttöohjeessa. Vaaran aiheuttamat riskit poistetaan kokonaan sekä asennus ja kokoamisvirheet tehdään mahdottomaksi jo tuotesuunnitteluvaiheessa.	Merkityksetön vaaran poistamisen toimenpiteiden jälkeen.

Loppuja taulukon 4 kohtia ei esitetä tässä julkisessa raportissa salassapitosyistä.

4.6 Riskien merkityksen arviointi

Riskien merkityksen arvioinnissa tehtiin päätökset jokaisesta riskistä, joka löydettiin riskianalyysin yhteydessä. Riskin arvioinnissa tehtiin päätös siitä, mitä vaaroja täytyi edelleen pienentää, oliko riskin pienentäminen aiheuttanut muiden riskien suurenemista ja ettei riskin pienentämisestä aiheutunut uusia vaaroja. Riskin merkityksen arvioinnissa huolehdittiin myös pienien riskien poistamisesta, koska pienetkin riskit voidaan yleensä poistaa suhteellisen helposti. Riskien merkityksen arvioinnin jälkeen jouduttiin joihinkin riskeihin tekemään lisätoimenpiteitä vaarojen poistamiseksi tai pienentämiseksi. Tällaisten toimenpiteiden jälkeen varmistettiin uudelleen alustavalla seurausten ja merkityksen arvioinnilla sekä tarvittaessa riskin suuruuden arvioinnilla, että riskiä pienennettiin riittävästi tai riski poistettiin kokonaan (15, s. 42). Esimerkkinä riskin poistamisen tai pienentämisen epäonnistumisesta voidaan pitää sitä, että suunniteltuun suojukseen nojataan tai sen päälle kerätään tavaroita, jolloin väärin suunniteltu suojus aiheuttaa uuden vaaran.

Riittävä riskien pienentämisen arviointi kuului oleellisena osana riskien merkityksen arviointiin. Riskejä voitiin poistaa kokonaan tai pienentää luontaisesti turvallisella suunnittelulla ja suojausteknisillä toimenpiteillä. Jäännösriskejä voitiin pienentää tuotteen käyttöä koskevilla tiedoilla ja tiedotteilla. (3, s. 30.)

Kolmen askeleen menetelmän mukainen riittävä riskien pienentäminen saavutti tavoitteensa silloin, kun kaikkia koneen toimintaolosuhteita ja tapoja puuttua koneen toimintaan oli tarkasteltu, vaara poistettiin tai riskit pienennettiin mahdollisimman alhaiselle tasolle. Jos suojaustoimenpide aiheutti uusia vaaroja, uusille vaaroille tehtiin riskianalyysi ja riskin merkityksen arviointi. Jäännösriskeistä tiedotetaan ja varoitetaan riittävästi käyttöohjeilla ja varoituksilla, suojaustoimenpiteet ovat yhteensopivia toistensa suhteen ja esimerkiksi hätäpainikkeet ovat samankaltaisia. Lisäksi riskin pienentämisessä kiinnitetään riittävästi huomiota niihin seurauksiin, joita voi aiheutua siitä, kun ammatti- tai teollisuuskäyttöön tarkoitettua konetta käytetään muussa kuin alkuperäisessä käyttötilanteessa. (3, s. 30, 50; 14, s. 8, 10; 15, s. 42.)

Vapaa-ajanlaitteen alustavassa vaarojen arvioinnissa elinkaaren aikaiset riskit pystyttiin pääasiassa poistamaan tai pienentämään mitättömän pieneksi jo tuotekehitysvaiheessa tehtävillä toimenpiteillä. Taulukon 5 mukaisessa riskin merkityksen arvioinnissa kaikkia riskejä tarkastellaan uudelleen, jotta tulosten oikeellisuus voidaan varmistaa. Samalla varmistetaan päätöksenteko niiden riskien kohdalla, joille ei tehty riskin suuruuden arviointia. Taulukon 5 mukaisessa riskien merkityksen arvioinnissa ei löytynyt muiden riskien suurenemista eikä sellaisia uusia tai vanhoja riskejä, jotka olisivat jääneet huomioimatta tai vaatisivat edelleen riskien poistamisen tai pienentämisen toimenpiteitä.

TAULUKKO 5. Riskin merkityksen arviointi

Viite nro	Kommentti	Muiden riskien suureneminen K/E	Riskin pienentäminen edelleen K/E	Uusia vaaroja K/E
1	Pakkauksen koko	E	E	E
2	Pitkä osa	E	E	E
...				
20	Liikkuvien osien rajapinnat	E	E	E
21	Akun hävittäminen	E	E	E

5 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä tehtiin vapaa-ajanlaitteen turvallisuusselvitys sekä koottiin turvallisuuteen liittyvät vaatimukset opinnäytetyöhön ja vaatimuslistaan. Toimeksiantaja aikoo tehdä vapaa-ajanlaitteesta sähköavusteisen version, koska se on melko raskas käytettävä perheen nuorimmille. Opinnäytetyön aikana vapaa-ajanlaitteesta ei ollut olemassa minkäänlaista prototyyppiä.

Turvallisuusselvityksen alkuvaiheessa ilmeni, että selvitys tarkoittaa huolellista vapaa-ajanlaitteen ominaisuuksien kartoitusta, jotta riskianalyysi voidaan tehdä. Tuotteen raja-arvojen selvityksen lisäksi työ laajeni kattamaan lainsäädännön, standardien ja asetusten selvittämisen, vaatimuslistan koostamisen, raja-arvojen laskemisen ja tekijöiden selvittämisen, vapaa-ajanlaitteen soveltamisalaselvityksen ja riskin arvioinnin prosessin. Kokonaisuutena vapaa-ajanlaitteen turvallisuusselvitys oli laaja-alainen ja erittäin suuritöinen prosessi.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi dokumentti vapaa-ajanlaitteen turvallisuuteen liittyvistä vaaroista ja vaarojen poistamisen toimenpiteistä. Toimenpiteitä noudattamalla lainsäädännön edellyttämät oleelliset terveys- ja turvallisuusvaatimukset voidaan täyttää. Kun riskin arvioinnin tuloksena löydettyjen riskien poistaminen suoritetaan huolellisesti tuotekehitysvaiheessa, saadaan vapaa-ajanlaitteesta turvallinen laite toimeksiantajalle palvelujen tuottamiseen ja tuotteen markkinointiin. Opinnäytetyöhön kirjattiin riskin arvioinnin prosessi, jossa löytyneille vaaroille tehtiin alustava seurausten ja merkityksen arviointi. Jäljelle jääneet vaarat arvioitiin riskin suuruuden prosessilla ja lopuksi riskeille suoritettiin riskin merkityksen arviointi. Raja-arvot, riskin arvioinnin prosessi sekä riskin arvioinnin tuloksena selvitetty riskien poistamisen ja vähentämisen toimenpiteet kirjattiin opinnäytetyöhön.

Vapaa-ajanlaite kuuluu selvityksen perusteella koneturvallisuudirektiivin soveltamisalaan, mutta turvallisuuden varmistamiseksi myös muiden soveltamisalojen standardeja on suositeltavaa noudattaa. Muita soveltamisaloja ovat leikkikenttä- ja huvipuistolaitteet sekä tivoli- ja huvipuistojen laitteet ja rakenteet. Mikäli vapaa-ajanlaitetta myytäisiin vain palvelun tuottajille, olisi soveltamisala-

na voinut olla tivoliin ja huvipuistojen laitteet ja rakenteet. Pakollisia soveltamisaloja ovat EMC-direktiivi ja RoHS-direktiivi (7; 8).

Ongelmana opinnäytetyössä oli koko prosessin laaja-alaisuus ja työn suuruus. Lisäksi huolellinen riskin arviointi tulisi tehdä ryhmätyönä eri alojen asiantuntijoiden kanssa, jotta koneen mahdollisesti aiheuttamat vaarat voitaisiin riittävästi laaja-alaisesti kartoittaa (15, s. 8–10; 16, s. 19: kohta 6.2.6).

Työssä saavutettiin työn alussa kirjatut tavoitteet. Tarvittaessa riskin arviointi voidaan suorittaa uudelleen noudattamalla tähän opinnäytetyöhön kirjattua riskin arvioinnin prosessia, arviointikriteereitä ja menetelmiä. Lisäksi toimeksiantaja voi hyödyntää työn tuloksia laatiessaan kuluttajaturvallisuuslain mukaista palvelun tarjoajan turvallisuusasiakirjaa (27, § 7–12).

LÄHTEET

1. Esimerkki tuotteen järjestelmällisestä suunnittelusta. 1981. Tekninen tiedotus 2/81. Suomen metalliteollisuuden keskusliitto. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy. ISBN 951-817-084-3.
2. Asetus 12.6.2008/400. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta. Finlex. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400#Lidp447166192>. Hakupäivä 14.2.2020.
3. SFS-EN ISO 12100. 2010. Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
4. SFS-EN 1176-1. 2017. Leikkikenttävälineet ja turva-alustat. Yleiset turvallisuusvaatimukset ja testimenetelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
5. SFS-EN 1176-5. 2019. Leikkikenttävälineet ja turva-alustat. Karusellit. Lisäturvallisuusvaatimukset ja testimenetelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
6. SFS-EN 13814-1. 2019. Safety of amusement rides and amusement devices - Part 1: Design and manufacture. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
7. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/30/EU, annettu 26 päivänä helmikuuta 2014, sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön yhdenmukaistamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti EUVL L 96/79, 29.3.2014. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?qid=1583352381771&uri=CELEX:32014L0030>. Hakupäivä 4.3.2020.

8. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2011/65/EU, annettu 8 päivänä kesäkuuta 2011, tiettyjen vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa. Euroopan unionin virallinen lehti EUVL L 174/88, 1.7.2011. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A32011L0065>. Hakupäivä 4.3.2020.
9. L 16.12.2016/1135. 2016. Sähköturvallisuuslaki. Finlex.
10. Asetus 21.12.2016/1436. 2016. Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta. Finlex.
11. IEC/TR 61000-5-1. 2012. Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC). Osa 5: ohjeita sähkömagneettisten häiriövaikutusten minimoimiseen asennuksissa. Kappale 1 yleiset näkökohdat. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
12. TUKES. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Saatavissa: <https://tukes.fi/>. Hakupäivä 14.2.2020.
13. L 7.6.2013/387. 2013. Laki vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa. Finlex.
14. SFS-IEC 60300-3-9. 2000. Luotettavuusjohtaminen osa 3: Käyttöopas. Luku 9: Teknisten järjestelmien riskianalyysi. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
15. SFS-ISO/TR 14121-2. 2013. Koneturvallisuus. Riskin arviointi. Osa 2: Käytännön opastusta ja esimerkkejä menetelmistä. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
16. Riskianalyysien laatu: vaatimukset tilaajalle ja toteuttajalle. 2007. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Saatavissa: https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2007/Tutkimusraportti_VTT_R_03718_07.pdf. Hakupäivä 19.2.2020.2
17. Tapaturmavakuutuskeskus. Saatavissa: <https://www.tvk.fi/> Hakupäivä 11.2.2020

18. Asetus 12.6.2008/403. Asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. Saatavissa:
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080403#Pidp446289024>. Hakupäivä 14.2.2020.
19. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY, annettu 17 päivänä toukokuuta 2006, koneista ja direktiivin 95/16/EY muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti EUVL L 157/24, 9.6.2006. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=OJ%3AL%3A2006%3A157%3ATOC>. Hakupäivä 15.2.2020.
20. SFS-EN 60204-1. 2018. Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
21. SFS-EN ISO 13850. 2015. Koneturvallisuus. Hätäpysäytys. Suunnitteluperiaatteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
22. SFS-EN 15194. 2017. Cycles. Electrically power assisted cycles. EPAC Bicycles. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Saatavissa: Sähköavusteisille polkupyörille tiukat vaatimukset”
(https://www.sfs.fi/ajankohtaista/uutiset/sahkoavusteisille_polkupyorille_tiukat_vaatimukset.4662.news). Hakupäivä 2.3.2020.
23. Logistiikan Maailma. Kuormalava. Saatavissa:
http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotyyppit_ja-tekniikka/kuormalava/. Hakupäivä 24.3.2020.
24. SFS-EN 1005-2. 2009. Koneturvallisuus. Ihmisen fyysinen suorituskyky. Osa 2: Koneen ja sen osien manuaalinen käsittely. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
25. Konttinen, Jussi –Hopsu, Leila – Toivonen, Risto – Lindholm, Harri – Hakola, Tarja – Hannonen, Heli – Kuosma, Eeva – Hublin, Christer 2014. Kuorma kevenee yhteistyöllä. Postinjakajien työn kuormitustekijät ja työntekijöiden

kuormittuneisuus. Työterveyslaitos Espoo: Kopijyvä Oy. Saatavissa:
<https://www.julkari.fi/handle/10024/116284>. Hakupäivä 6.4.2020.

26. SFS-EN ISO 13855. 2015. Koneturvallisuus. Hätäpysäytys. Suojausteknis-
ten laitteiden sijoitus ottaen huomioon kehon osien lähestymisnopeudet.
Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
27. L 22.7.2011/920. Kuluttajaturvallisuuslaki. Finlex.